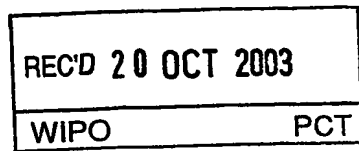


# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:**

102 41 992.2

**Anmeldetag:**

11. September 2002

**Anmelder/Inhaber:**

Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:**

Piezoelektrischer Aktor

**IPC:**

H 02 N 2/04

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 8. Oktober 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Scholz

BEST AVAILABLE COPY



## Beschreibung

### Piezoelektrischer Aktor

- 5 Die Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Aktor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

10 Gattungsbildende piezoelektrische Aktoren werden häufig zur Ansteuerung von Einspritzventilen bei Kraftfahrzeugen verwendet.

15 Piezokeramiken haben die Eigenschaft sich beim Anlegen einer elektrischen Spannung, je nach Polarität der Spannung, auszu-  
dehnen beziehungsweise zusammenzuziehen. Dieser Effekt wird  
bei piezoelektrischen Aktoren ausgenutzt. Die nutzbare Längen-  
20 ausdehnung beträgt allerdings weniger als 2 Promille der Schichtdicke der Piezokeramik entlang der Hauptachse. Gleichzeitig steigt mit zunehmender Schichtdicke des Piezoelements die zum Ansprechen des Piezoelements erforderliche elektri-  
sche Spannung. Um die Spannung in Grenzen zu halten und  
gleichzeitig eine technisch sinnvolle Längenausdehnung zu er-  
reichen werden üblicherweise mehrere Piezokeramikschichten übereinander angeordnet. Die einzelnen piezokeramischen  
25 Schichten, die nachfolgend als piezoelektrische Aktorelemente bezeichnet werden, sind zur Polarisierung beidseitig mit metallischen Innenelektroden versehen.

Aus der DE 196 48 545 A1 ist bereits ein piezoelektrischer Aktor bekannt, der zur elektrischen Kontaktierung der piezo-  
30 elektrischen Aktorelemente an seiner Außenseite zwei Metallisierungsstreifen aufweist. Die Innenelektroden sind jeweils alternierend mit einer der beiden Metallisierungsstreifen verbunden und über Außenelektroden elektrisch parallel geschaltet. Hierzu sind die Außenelektroden mit Anschlussele-  
35 menten zur Außenkontaktierung des piezoelektrischer Aktor versehen.

Die Außenelektrode, die derart geformt ist, dass sie eine hohe elastische Verformung ermöglichen, gewährleistet dabei die zuverlässige und dauerhafte Kontaktierung des piezoelektrischen Aktors. Aufgrund der elastischen Verformung in jeweils einem Bereich ausschließlich innerhalb jeweils einer Ebene, die parallel zur Hauptschwingungsrichtung des piezoelektrischen Aktors verläuft, wird ein minimaler Bauraumbedarf erreicht.

Die Bereiche der Außenelektrode sind dabei vorzugsweise parallel, mit geringst möglichem Abstand, zu den jeweiligen Seitenwänden des piezoelektrischen Aktors angeordnet. Hierdurch ergibt sich eine besonders kompakte Bauform. Denkbar sind aber auch anders, parallel zur Hauptschwingungsrichtung, angeordnete Bereiche, beispielsweise bei halbkreisförmigen Außenelektroden, die den piezoelektrischen Aktor umschließen. Die Schwingungsebenen ergeben sich hierbei durch alle Ebenen, die den Halbkreis tangential berühren.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Außenelektrode ein kammartiges Profil mit Kontaktzinken aufweist. Die Kontaktzinken können zur Kontaktierung der Innenelektronen auf einfache Weise mit dem Metallisierungstreifen, beispielsweise durch verlötet, elektrisch leitend verbunden werden. Zwischen den einzelnen Lötunkten ermöglicht das kammartige Profil eine große elastische Verformung. Selbstverständlich sind auch andere Profilformen denkbar, die eine hohe elastische Verformung in Hauptschwingungsrichtung ermöglichen, beispielsweise ein Sinus- oder Dreieckprofil.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigt:  
Figur 1 einen piezoelektrischen Aktor mit elastisch verformbarer Außenelektrode,  
Figur 2 eine Außenelektrode in ebener Darstellung,

weisen. In der Figur sind die Formteile 6, 7 zur besseren mechanischen Fixierung derart gebogen, dass sie jeweils an zwei Seitenflächen des piezoelektrischen Aktors 1 befestigt sind.

5 Figur 2 zeigt eine Außenelektrode 6 in Form eines Kammformteil in ebener Darstellung. Die elektrische Kontaktierung der Außenelektrode 6 erfolgt über ein Anschlusselement 8. Das Anschlusselement 8 ist dazu mit einem mäanderförmigen Bereich 16, der Außenelektrode 6 verbunden. Der mäanderförmige Bereich 16 ist als Leiterplatine ausgebildet, von dem einzelne, parallel zueinander verlaufende, Kontaktzinken 11 wegführen. Durch die mäanderförmige Ausgestaltung der Leiterplatte erreicht man in diesem Bereich eine hohe Elastizität. Die Kontaktzinken 11 bilden ein gerades Ende 12. Die Kontaktzinken 11 werden zur elektrischen Kontaktierung der Innenelektronen 3, 3'', im Bereich des geraden Endes 12, an den Metallisierungstreifen 4, vorzugsweise durch Löten, befestigt.

20 Der Strom wird über das Anschlusselement 8 in den mäanderförmigen Teil 16, der Außenelektrode 6 eingeleitet und fließt, über die einzelnen Kontaktzinken 11 und die Metallisierungszone 4, 5 zu den Innenelektronen 3, 3''. An der Kontaktstelle zwischen dem mäanderförmigen Teil 16, der Außenelektrode 6 und dem Anschlusselement 8 wird der gesamte Strom in die Außenelektrode 6 eingeleitet. Aus diesem Grund weist der mäanderförmigen Teil 16 an dieser Stelle einen größeren Querschnitt auf. Da der Stromfluss im mäanderförmigen Teil 16, der Außenelektrode 6 entlang der Mittelachse 18 mit zunehmender Entfernung vom Anschlusselement 8 kontinuierlich abnimmt, 25 verjüngt sich der Querschnitt des mäanderförmigen Teils 16 vorzugsweise entlang seiner Mittelachse 18. Durch die verjüngende Form des mäanderförmigen Teils 16 der Außenelektrode 6 erhöht man die Elastizität in diesem Bereich zusätzlich.

35 Die Außenelektrode 6 kann vorzugsweise aus einer Bronzelegierung (z.B. CuSn6) in Ätztechnik hergestellt werden.

Isolation der Außenelektrode 6 gegenüber der äußeren Umgebung.

5 In Figur 2-4 ist jeweils nur der Aufbau der ersten Außenelektrode 6 beschrieben. Die zweite Außenelektrode 7 ist jedoch identisch aufgebaut so das auf eine zusätzliche Beschreibung verzichtet wurde.

10 Figur 5 zeigt einen Schnitt durch den piezoelektrischen Aktor 1 mit den aufgeklebten Außenelektroden 6, 7. Der Schnitt liegt rechtwinklig zur Hauptschwingungsachse 10 des piezoelektrischen Aktors 1: Die jeweils geraden Abschnitte  $B_1-B_8$  der ersten und zweiten Außenelektrode 6, 7 stellen jeweils einen Bereich der Außenelektroden da, der aufgrund seiner  
15 Formgebung und Anordnung, Längenänderungen des piezoelektrischen Aktors 1 durch elastische Verformung ausgleichen kann. Die elastische Verformung der jeweiligen Bereiche  $B_1-B_8$  verläuft dabei jeweils innerhalb einer zur Bildebene Senkrechten Ebene, gekennzeichnet durch die jeweilige Strichpunktierte  
20 Linie, und parallel zur Hauptschwingungsrichtung 10.

Nach dem Aufkleben der Außenelektroden 6, 7 und dem Anlöten im Bereich des geraden Endes 12, 12' der Kontaktzinken 11, 11' ist der piezoelektrische Aktor 1 durchgehend mit einer  
25 Klebstoffschicht 22 versehen worden. Die durchgehende Klebstoffschicht 22 lässt sich beispielsweise durch einen Tauchprozess aufbringen. Hierdurch ist der piezoelektrische Aktor 1 elektrisch vollständig gegenüber der Umgebung abgeschirmt. Ein weiterer Vorteil dieser Ummantelung mittels Klebstoff besteht darin, dass bei Verwendung eines Kraftstoffresistenten  
30 Klebstoff der gesamte piezoelektrische Aktor 1 kraftstoffresistent hergestellt werden kann. Dies ist besonders vorteilhaft, da die Piezokeramik nur eine geringe Feuchtigkeitsbeständigkeit aufweist. Durch die geringe Feuchtigkeitsbeständigkeit kann Feuchtigkeit zu den Innenelektronen 3, 3', 3''  
35 dringen, wodurch sich die dielektrischen Eigenschaften verschlechtern würden.

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
die Außenelektroden (6) (7) ein kammartiges Profil mit Kontaktzinken (11) (11') zur Kontaktierung der Metallisierungstreifen (4) (5) aufweisen.

5

3. Piezoelektrischer Aktor (1) nach Anspruch 2  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
die Außenelektroden (6) (7) eine mäanderförmige Leiterplatte (16) (16') aufweisen, von der aus die Kontaktzinken (11) (11') wegführen.

10

4. Piezoelektrischer Aktor (1) nach Anspruch 2 oder 3  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
die mäanderförmige Leiterplatte sich entlang ihrer Mittelachse (18) (18') verjüngt.

15

5. Piezoelektrischer Aktor (1) nach Anspruch 2  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
die Kontaktzinken (11) (11') zueinander parallel verlaufen und an einem ersten Ende (12) (12') alle die gleiche Länge aufweisen und die Kontaktzinken (11) (11') an diesem Ende (12) (12'), zur elektrischen Kontaktierung, an den Metallisierungstreifen (4) (5) angelötet sind.

20

6. Piezoelektrischer Aktor (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
die Außenelektroden (6) (7) zur Befestigung am piezoelektrischen Aktor (1), parallel zum ersten, geraden Endbereich (12) (12') der Kontaktzinken (11) (11'), um einen Winkel  $\alpha < 90^\circ$  gebogen sind.

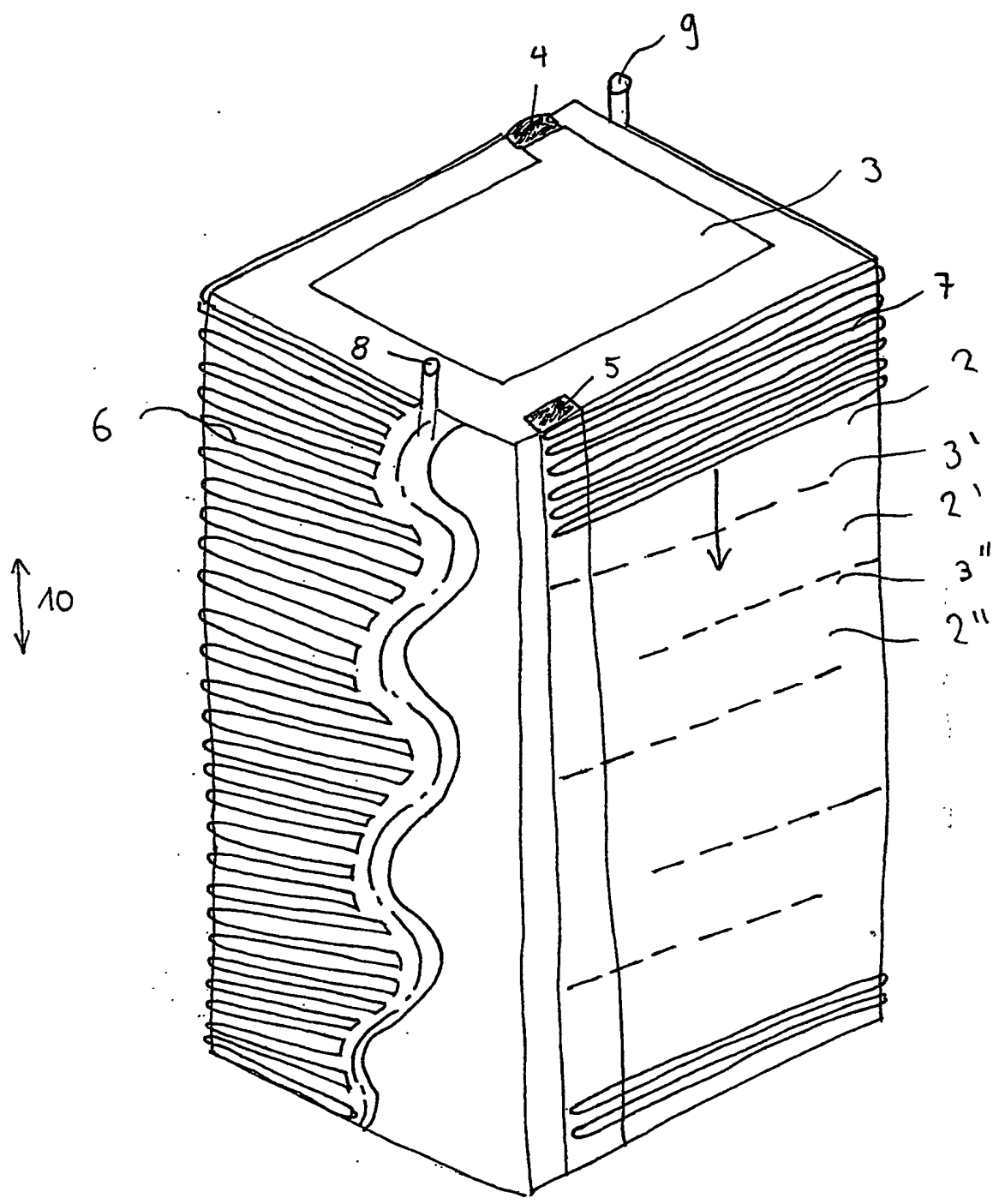
25

30

der piezoelektrische Aktor (1) vollständig mit Klebstoff (14) ummantelt ist.

5 12. Piezoelektrischer Aktor (1) nach einem der vorigen Ansprüche  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Außenelektroden (6) (7) aus einer Bronzelegierung durch  
Ätzen hergestellt sind.

Fig. 1





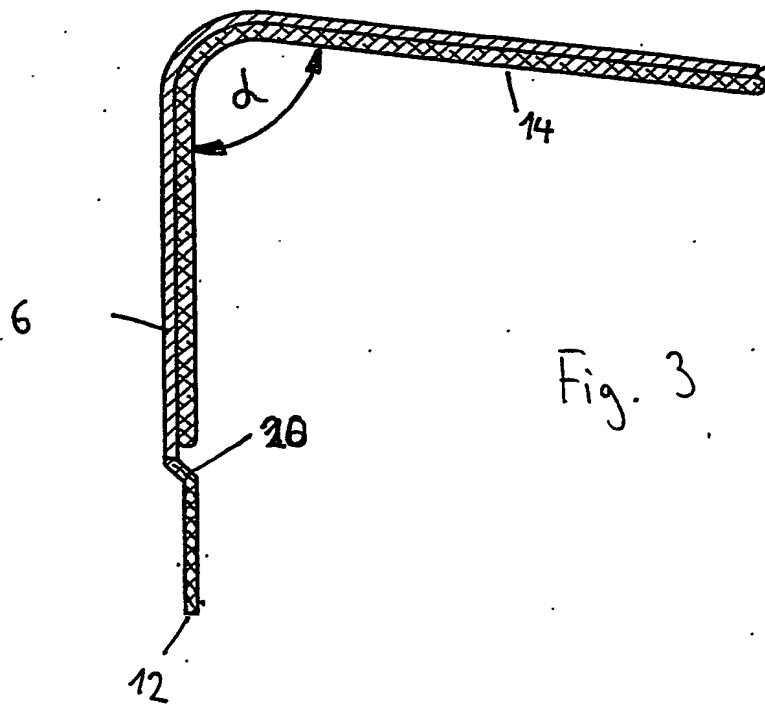


Fig. 3

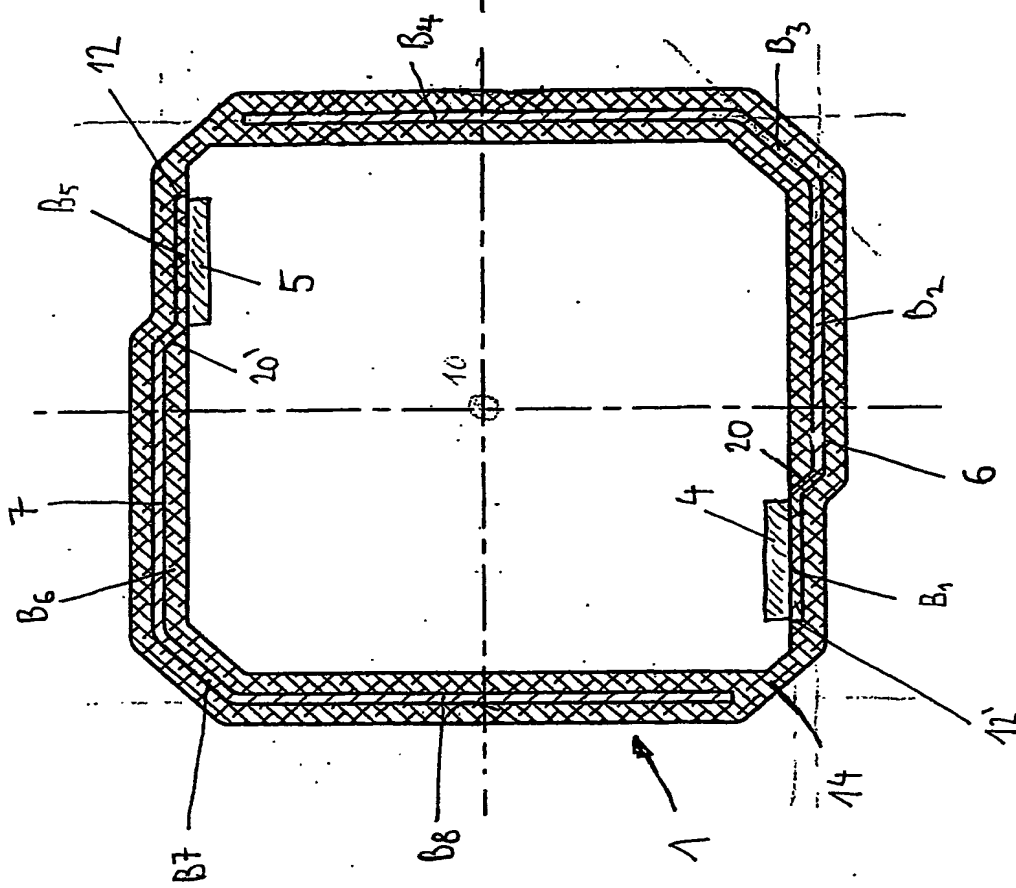


Fig. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**